

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Poros Baja**

Poros adalah satu bagian terpenting setiap mesin. Tiap perangkat mesin meneruskan tenaga bersama dengan putaran. Adapun peranan di dalam sistem transmisi seperti itu diperankan sebuah poros.

##### **a. Macam-macam poros**

###### **1. Poros untuk transmisi**

Poros semacam ini meneruskan sebuah beban murni atau puntir dan lentur. Daya ditransmisikan kepada poros melalui sebuah kopling, roda gigi, puli sabuk atau sproket, rantai, dan lainnya.

###### **2. Spindel**

Poros untuk transmisi relatif pendek, layaknya poros utama untuk mesin perkakas, di mana beban utamanya adalah puntiran. Syarat harus dipenuhi poros ini adalah deformasinya wajib kecil serta bentuk dan ukurannya harus benar-benar teliti.

###### **3. Gandar**

Poros ini yang dipasang di roda-roda kereta, di mana tidak mendapatkan sebuah beban puntir, bahkan terkadang tidak boleh untuk berputar. Gandar ini hanya akan mendapatkan beban lentur, kecuali jika di gerakan dengan penggerak pemula di mana akan mengalami sebuah beban puntir. Berdasarkan Kiyokatsu Suga dan Sularso (1997), hal-hal yang penting dalam pembuatan poros :

- a. Kekuatan Poros; poros harus direncanakan cukup kuat untuk menahan beban-beban seperti beban tarik atau tekan, beban puntir atau lentur, serta pengaruh tegangan lainnya.
- b. Kekakuan poros; meskipun kekuatan poros tinggi, namun lenturan atau defleksi puntirnya terlalu besar, maka mengakibatkan ketidaktelitian getaran dan suara. Karena itu kekakuan pada poros harus benar-benar diperhatikan.
- c. Bahan poros; poros untuk mesin umumnya dibuat dari batang baja yang ditarik dingin dan difinis. Baja karbon konstruksi mesin (disebut bahan S-C) yang dihasilkan dari ingot yang di-"kill" (baja yang dioksidasikan dengan ferrosilikon dan dicor; kadar karbon terjamin)

Tabel 1. Tabel Baja Paduan untuk Poros Baja

Standar dan Macam	Lambang	Perlakuan Panas	Kekuatan Tarik (Kg/mm <sup>2</sup> )
Baja Khrom Nikel (JIS G 4102)	SNC 2	Pengerasan Kulit	85
	SNC 3		95
	SNC 21		80
	SNC 22		100
Baja Khrom Nikel (JIS G 4103)	SNCM 1	Pengerasan Kulit	85
	SNCM 2		95
	SNCM 7		100
	SNCM 8		105
	SNCM 22		90
	SNCM 23		100
	SNCM 25		120

Baja Khrom Nikel (JIS G 4104)	SCr 3	Pengerasan Kulit	90
	SCr 4		95
	SCr 5		100
	SCr 21		80
	SCr 22		85

(Sumber : Kiyokatsu Suga dan Sularso, 1997)



Poros baja diklasifikasikan menjadi tiga kategori yaitu baja lunak, baja agak keras, baja keras, dan baja liat. Baja liat dengan baja agak keras banyak dipilih untuk poros. Kandungan karbon adalah seperti yang tertera pada Tabel 1. Baja lunak terdapat di pasaran umumnya banyak kekurangan homogen di tengah, sehingga baja lunak terdapat di pasaran tidak dianjurkan untuk dipergunakan sebagai poros penting. Baja yang memiliki sifat agak keras umumnya berupa baja yang *dikil* yang telah diketahui pada tabel diatas. Baja macam ini jika diberikan perlakuan panas dengan secara tepat dapat menjadikan bahan poros baja yang baik.

Tabel 2. Golongan Baja yang Secara Umum

<b>Golongan</b>	<b>Kadar c (%)</b>
Baja Lunak	-0,15
Baja Liat	0,2-0,3
Baja Agak Keras	0,3-0,5
Baja Keras	0,-0,8
Baja Sangat Keras	0,8-0,12

(Sumber : Kiyokatsu Suga dan Sularso, 1997)

Meskipun demikian, untuk perencanaan yang baik tidak dianjurkan untuk memilih baja dasar pada Tabel 2 yang klasifikasi terlalu umum di gunakan. Sebaiknya pemilihan baja dilakukan atas dasar standar pada baja yang ada di pabrik pembuatan baja. Nama dan lambang dari bahan menurut standar beberapa negara, dan persamaan dengan standar jepang (JIS).

Tabel 3. Standar Baja

<b>Nama</b>	<b>Standar Jepang (JIS)</b>	<b>Standar Amerika (AISI), Inggris (BS), dan Jerman (DIN)</b>
Baja Karbon Konstruksi Mesin	S25C	AISI 1025, BS060A25
	S30C	AISI 1030, BS060A30
	S35C	AISI 1035, BS060A35, DIN C35
	S40C	AISI 1040, BS060A40
	S45C	AISI 1045, BS060A45, DIN C45
	S50C	AISI 1050, BS060A50, DIN C35 St, 50.11
	S55C	AISI 1055, BS060A55
Baja Tempe	SF 40, 45, 50, 55	ASTM A105-73
Baja Nikel Khrom	SNC SNC 22	BS 653M31 BS En36
Baja Nikel Khrom Molibden	SNCM 1	AISI 4337
	SNCM 2	BS830M31
	SNCM 7	AISI 8645, BS En100D
	SNCM 8	AISI 4340, BSM40, 816M40
	SNCM 22	AISI 4315
	SNCM 23	AISI 4320, BS En325
Baja Khrom	SNCM 25	BS En39B
	SCr 3	AISI 5135, BS30A36
	SCr 4	AISI 140, BS30A40
	SCr 3	AISI 5145
	SCr 21	AISI 5115
	SCr 22	AISI 5120

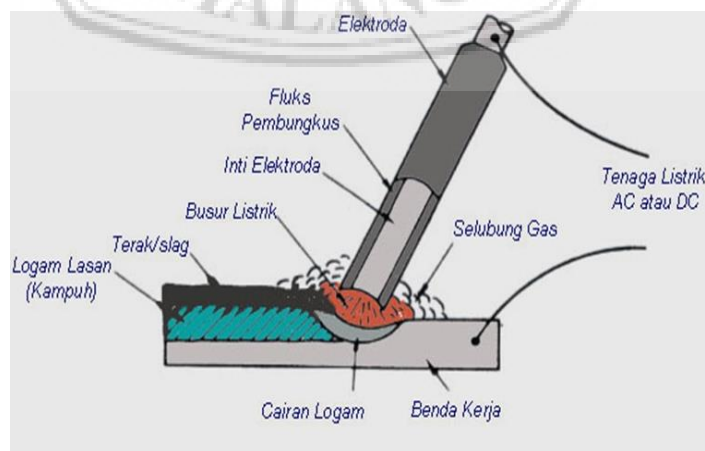
(Sumber : Kiyokatsu Suga dan Sularso, 1997)

## 2.2 Las SMAW (Shielded Metal Arc Welding)

Las SMAW (Shielded Metal Arc Welding) atau Las yang elektroda terbungkus dengan fluks adalah proses penyambungan bahan logam 1 dengan logam 2 atau lebih, yang akan menjadi sambungan tetap dengan menggunakan sumber panas listrik dan menggunakan bahan tambah atau berupa elektroda terbungkus fluks. Fungsi fluks terdapat di elektroda yang digunakan untuk pengelasan adalah membentuk terak di atas hasil pengelasan yang fungsinya sebagai pelindung hasil las dari udara (Hidrogen, oksigen, dan sebagainya) selama melakukan proses pengelasan secara langsung.

### 2.2.1 Prinsip kerja las SMAW

Saat ujung elektroda yang didekatkan pada logam induk, akan terjadi busur api listrik yang menghasilkan panas. Panas api listrik inilah yang dapat mencairkan ujung elektroda (kawat las). Saat pencairan pada elektroda ini, maka logam lasan akan terisi dari elektroda yang logamnya mencair dan membentuk kawah cair pada benda kerja, lalu membeku maka akan terjadi logam lasan (kampuh) dan terak (slag).



Gambar 1. Proses Pengelasan SMAW

(Sumber: Harsono dan Toshie, 2000)

### 2.2.2 Peralatan las SMAW

#### 1. Mesin las

Mesin las adalah mesin yang dapat menghasilkan jenis tenaga listrik yang terpenting dari peralatan pengelasan. Mesin ini dapat menghantarkan tegangan listrik yang cukup untuk lengkung listrik las secara langsung.



a. Transformator

Mesin ini memerlukan arus listrik bolak-balik dan sebaliknya yang dapat memberikan arus listrik secara bolak-balik dengan tegangan(voltase) yang lebih rendah pada melakukan proses pengelasan. Berdasarkan pada system pengaturan arus listrik yang digunakan, mesin las 3 busur listrik AC dapat dibagi menjadi empat jenis yaitu: jenis reaktor jenuh, jenis inti bergerak, Jenis kumparan bergerak dan jenis saklar.

b. Mesin Las Rectifier

Mesin ini dapat merubah arus listrik bolak-balik (AC) yang masuk, menjadi arus listrik searah (DC) keluar. Arus listrik pada mesin ini dapat digunakan untuk memperoleh nyala busur listrik dengan arus yang searah. Arus searah ini berupa mesin las yang dinamo motor listrik searah. Dinamo tersebut dapat digerakkan oleh motor diesel, motor listrik, motor bensin, dan alat penggerak lainnya sebagai peralatan penyearah arus. Rectifier atau yang disebut juga arus searah yang berfungsi sebagai mengubah arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC) dan memiliki keuntungan, antara lain:

- a. Hasil dari nyala busur listrik lebih stabil dan tenang.
- b. Jenis elektroda tersebut dapat digunakan juga untuk las mesin DC.
- c. Mesin las rectifier ini kebisingannya lebih rendah.
- d. Mesin las lebih fleksibel dapat diubah ke arus bolak-balik atau arus searah.

### 2.2.3 Teknik pengelasan

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan yang menghasilkan pengelasan yang kuat, efisien dan mulus diantaranya:



## 1. Parameter Pengelasan

### a. Arus listrik

Ketika menggunakan arus listrik yang terlalu tinggi voltasenya pada mesin las akan menyebabkan jebolnya sambungan las pada benda kerja. Bila mana jika menggunakan arus listrik terlalu kecil voltasenya akan mengakibatkan penetrasi dangkal.

### b. Kecepatan pengelasan

Kecepatan pengelasan adalah suatu variasi proses las SMAW yang sangat penting untuk *skill* welder yang menentukan hasil pengelasan dan metallurgi lasnya. Tetapi jika pada pengelasan sambungan tumpul yang sambungan beralur maka jumlah deposit pada variabel penambahan kecepatan pengelasan dapat mengurangi hasil proses pengelasan.

### c. Ketebalan lapisan Fluks

Ketebalan lapisan Fluks yang ada di elektroda untuk pengelasan pada proses las SMAW juga mempengaruhi hasil bentuk pengelasan dan kedalaman penetrasi pengelasan. Bila lapisan Fluks pada elektroda terlalu tipis maka hasil las akan retak dan sambungan las tidak nempel pada benda kerja. Jika lapisan Fluks terlalu tebal maka akan menghasilkan *reinforcement* terlalu tinggi.

## 2. Penyalaan busur las listrik

Pengelasan penyalaan busur las listrik dapat dilakukan menghubungkan elektroda dengan bahan kerja, kemudian dapat putus sampai jarak tertentu sepanjang busur. Pemadaman busur listrik ini dapat dijauhkan dari elektroda

pada bahan kerja. Untuk menghasilkan sambungan manik las yang baik dapat dilakukan dengan sesuka welder.

### 3. Pergerakan Elektroda Pengelasan

banyak berbagai cara di dalam menggerakkan atau mengayunkan elektroda las yaitu :

- a. Elektroda digerakkan dengan cara bergerak maju dan mundur, metode ini adalah bentuk metode weaving. Bentuk *weaving* bisa juga dengan menggerakkan atau ayunan seperti setengah bulan dan zig zag.
- b. Gerakan atau ayunan elektroda yang membentuk bulat yang mengarah ke bawah atau menyamping.
- c. Gerakan elektroda yang membentuk hesitation.

Semua pada gerakan atau ayunan mempunyai tujuan dan mendapatkan deposit logam las dengan permukaan yang rata, mulus dan terhindar dari terjadi takik-takik dan termasuk terak-terak, yang terpenting pada pengelasan dan gerakan atau ayunan ini adalah ketepatan sudut dan kestabilan kecepatan. Gerakan atau ayunan elektroda pada pengelasan agar berbentuk anyaman atau lipatan manik las maka lebar lasan dibatasi sampai 3 kali besarnya diameter elektroda.

#### 4. Teknik pengelasan untuk jenis sambungan groove

##### a. Posisi datar (1G)

Untuk jenis sambungan ini dapat dilakukan penetrasi terhadap kedua sisi, tetapi dapat juga dilakukan penetrasi pada satu sisi saja. Tipe posisi datar (1G) di dalam pelaksanaannya sangat mudah. Cara mengaplikasikannya dengan jalan pipa diputar.

##### b. Posisi horizontal (2G)

Pengelasan pipa 2G adalah pengelasan posisi horizontal, yaitu pipa pada posisi yang tegak dan pengelasan dilakukan secara horizontal mengelilingi pipa. Ada pun posisi sudut elektroda pengelasan pipa 2G yaitu  $90^\circ$ . Panjang gerakan elektroda antara 1-2 kali diameter elektroda. Bila terlalu panjang dapat mengurangi baik mutu las. Panjang busur diusahakan pada jarak seminimum mungkin pada diameter elektroda las. Untuk pengelasan gerakan atau ayunan melingkar dan mendapatkan hasil yang cukup rata.

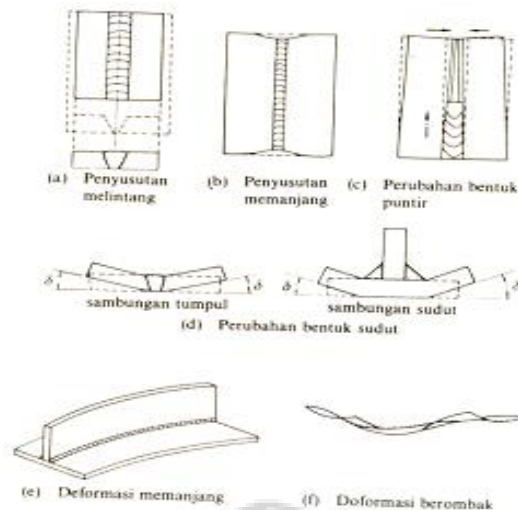
##### c. Posisi vertikal (3G)

Pengelasan posisi 3G dilakukan pada bahan material plate. Posisi 3G ini digunakan pada plate dengan elektroda vertikal. Pengelasan ini hampir sama dengan posisi pengelasan 2G. Pengelasan pipa pada posisi 5G dapat dibedakan pengelasan naik dan turun. Pengelasan naik bisa dilakukan untuk pipa yang mempunyai dinding tebal karena membutuhkan panas yang tinggi.

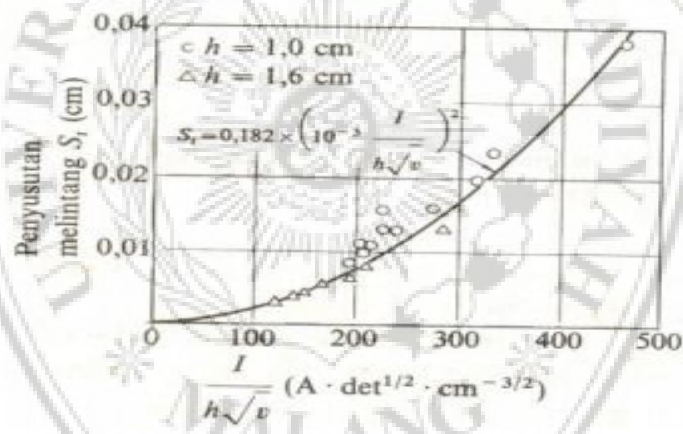
### 2.3 Variasi Chamfer

Konstruksi pada las yang dibiarkan bebas bergerak (tanpa mendapat gaya atau beban luar), regangan thermal yang terdisebut dengan distorsi las karena suhu lasan yang mencapai temperatur kamar (mendingin). Distorsi didefinisikan sebagai hasil dari pengelasan memiliki perubahan dari bentuk atau kontur yang diinginkan. Saat proses distorsi biasanya berupa hasil pengelasan yang bentuk benda kerjanya yang sangat rumit. Demikian untuk sambungan fillet dan tumpul, yang secara kasar masih bisa dibedakan menjadi enam macam distorsi las. Berbagai bentuk distorsi tersebut dapat dibedakan atas:

- a. Penyusutan melintang (*transverse shrinkage*) yang muncul tegak lurus terhadap garis lurus.
- b. Penyusutan memanjang (*longitudinal shrinkage*) yang muncul paralel terhadap garis pengelasan.
- c. Perubahan anguler berupa rotasi disekitar garis las (antar web dan flange).
- d. Perubahan bentuk sudut
- e. Deformasi memanjang
- f. Deformasi berombak



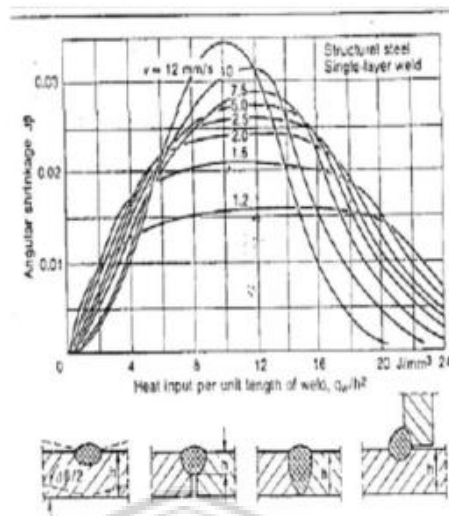
Gambar 2. Gambar Permukaan Las  
(Sumber: Harsono dan Toshie, 2000)



Gambar 3. Porositas

(Sumber : Che-micho, 2012)

Proses pengelasan adalah proses penyambungan dengan pemanasan lokal, dimana kecepatan pemanasan relatif cepat. Akibat pemanasan ini akan menjadipertumbuhan butir, sertaperegangan dan penyusutan logam yang berlangsung dengan cepat dan tidak seragam, sehingga mengakibatkan perubahan bentuk dan ukuran (distorsi).



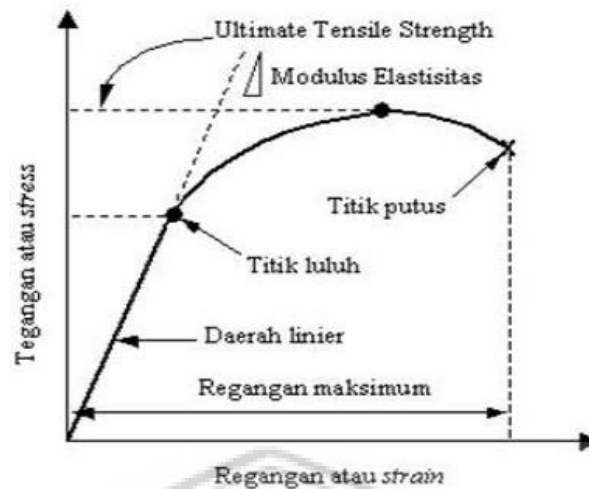
Gambar 4. Grafik Type Pengelasan

(Sumber : Kiyokatsu Suga dan Sularso, 1997)

## 2.4 Kekuatan Tarik

Uji tarik adalah salah satu pengujian mekanik yang dilakukan. Uji tarik banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan digunakan untuk memastikan beberapa sifat mekanik bahan yang penting dalam desain. Saat melakukan proses uji tarik benda uji diberi beban gaya tarik sesumbu yang bertambah besar secara kontinu.

Tegangan yang digunakan untuk kurva adalah tegangan membujur rata-rata pada saat pengujian tarik. Tegangan tersebut dapat diperoleh dengan cara membagi beban dengan luas awal penampang lintang benda uji. Regangan yang digunakan untuk kurva tegangan-regangan adalah regangan linear rata-rata, yang diperoleh dengan cara membagi dari perpanjangan panjang ukur benda uji (Dieter, 1996).



Gambar 5. Diagram Regangan atau Strain

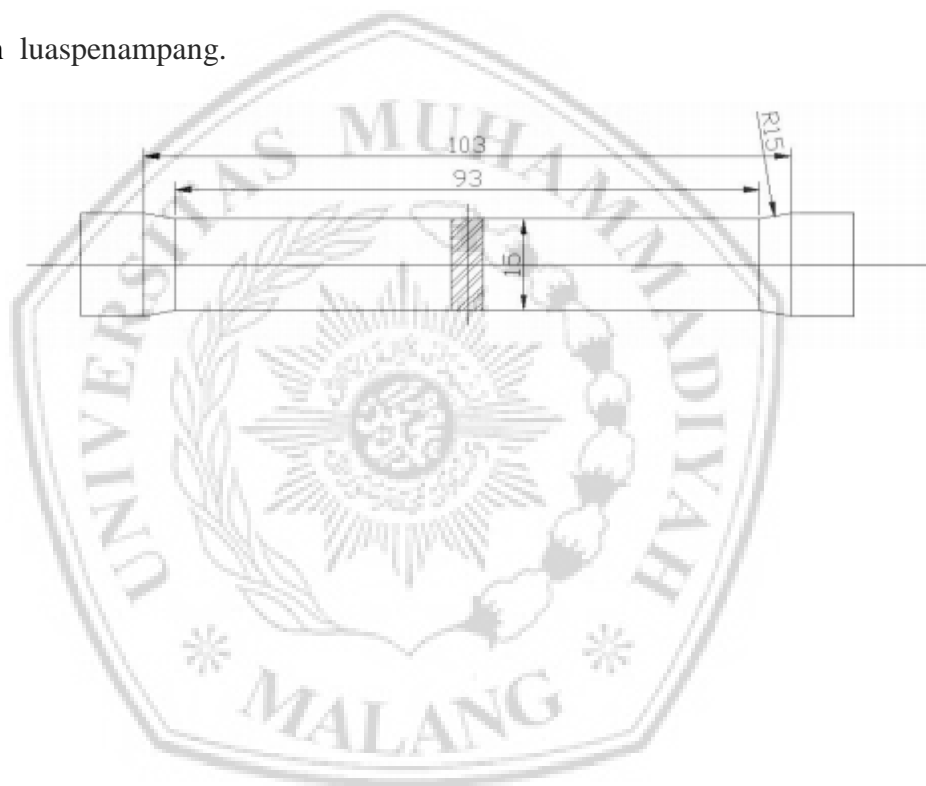
(Sumber : Dieter, 1996)

Bentuk besaran pada kurva tegangan-regangan adalah suatu logam yang tergantung pada suhu, laju regangan, tegangan yang menentukan selama pengujian, perlakuan panas regangan, komposisi, dan deformasi plastik yang pernah dialami. Parameter-parameter yang digunakan untuk menggambarkan kurva tegangan regangan adalah pengurangan luas, persen perpanjangan, kekuatan luluh atau titik luluh, dan kekuatan tarik. Parameter pertama adalah parameter kekuatan, sedangkan dua yang terakhir menyatakan keliatan bahan (Dieter, 1996).

Proses melakukan pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik benda uji. Pengujian tarik untuk kekuatan tarik daerah yang sudah las dimaksudkan untuk mengetahui apakah kekuatan las mempunyai nilai yang sama, lebih rendah atau lebih tinggi dari kelompok *raw materials*. Pengujian tarik ini untuk mengetahui apakah nilai kualitas kekuatan tarik dimaksudkan untuk mengetahui nilai kekuatannya dan dimana letak putus sambungan las. Pembebanan

tarik merupakan pembebanan pada benda uji yang diberi suatu bebandengan memberikan gaya tarik yang berlawanan arah di antara satu ujung benda uji yang diatur dengan standar ASTM E8.

Pengujian tarik beban diberikan secara kontinu dan pelan-pelan bertambah besar, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami benda uji dengan hasil kurva tegangan-regangan. Hasil pengujian benda uji tegangan dapat diperoleh dari membagi beban dengan luas penampang.





Widht W	Gauge Length L	Paralel Length P	Radius of Fillet R	Thickness T
15	$8\sqrt{A}$	L+ approx .10	15	9

Gambar 6. Standart ASTM E8

(Sumber : Faraland, 2010)

$$\sigma_u = \frac{P_u}{A_0}$$

Dimana :

 $\sigma_u$  = Tegangan nominal (kg/mm<sup>2</sup>) $P_u$  = Beban maksimal (kg) $A_0$  = Luas penampang mula dari penampang batang (mm<sup>2</sup>)

Regangan (persentase pertambahan panjang) yang diperoleh dari membagi panjang ukur (L) dengan panjang ukur mula-mula benda uji.

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100\%$$

Dimana:

 $\varepsilon$  = Regangan (%)

L = Panjang akhir (mm)

 $L_0$  = Panjang awal (mm)

Pembebanan tarik dapat dilakukan terus-menerus menambahkan beban tarik sehingga mengakibatkan perubahan bentuk pada benda uji berupa bertambah

panjang dan pengecilan luas permukaan dan mengakibatkan patahan pada beban. Persentase pengecilan bahan uji yang terjadi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$q = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100\%$$

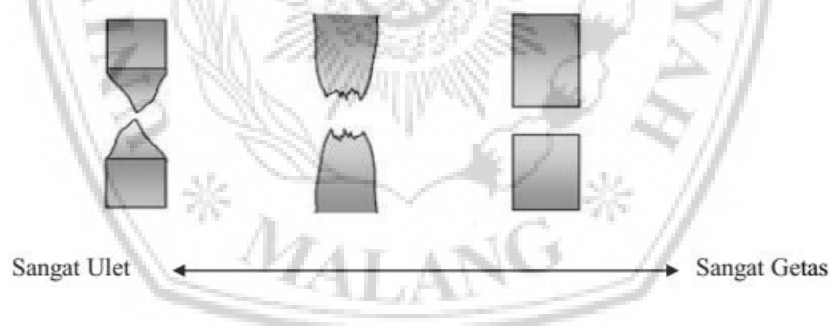
Dimana:

$q$  = Reduksi penampang (%)

$A_0$  = Luas penampang mula ( $\text{mm}^2$ )

$A_1$  = Luas penampang akhir ( $\text{mm}^2$ )

Sampel hasil dari pengujian tarik dapat menunjukkan perpatahan tampilan dan diilustrasikan pada Gambar. 7 yang ada dibawah ini:



Gambar 7. Sampel Hasil Uji Tarik

(Sumber : Harsono Wiryosumarto, dan Toshie Okumura, 1991)

Perpatahan yang ulet dapat memberikan karakteristik berserabut (*fibrous*) dan gelap (*dull*), Perpatahan ulet umumnya banyak disukai karena bahannya ulet dan lebih tangguh dan memberikan peringatan lebih dahulu sebelum akan terjadi kerusakan, ini juga dapat terjadi pada sambungan las. Sementara perpatahan

getas dapat diketahui pada permukaan patahan yang berbutir (granular) dan terang.

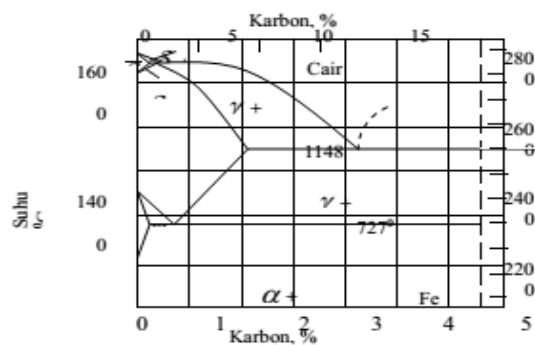
## 2.5 Klasifikasi Baja

Klasifikasi baja karbon menurut Djaprie (1996) dapat dilihat pada gambar :

Jenis dan Kelas		Kadar karbon (%)	Kekuatan luluh (kg/mm <sup>2</sup> )	Kekuatan tarik (kg/mm <sup>2</sup> )	Perpanjangan	Kekerasan Brinell	Penggunaan
Baja karbon rendah	Baja lunak khusus	0.08	18 – 28	12 – 36	40 – 30	95 – 100	Pelat tipis
	Baja sangat lunak						
	Baja lunak	0.08 - 0.12	36 – 42	36 – 42	40 – 30	80 – 120	Batang, kawat
Baja karbon sedang	Baja setengah lunak	0.12 – 0.20	38 – 48	38 – 48	36 – 24	100 – 130	Konstruksi umum
	Baja setengah sedang	0.20 – 0.30	44 – 55	44 – 55	32 – 22	112 – 145	
	Baja lunak						
Baja karbon keras	Baja lunak	0.30 – 0.40	50 – 60	50 – 60	30 – 17	140 – 170	Alat-alat mesin
	Baja keras	0.40 – 0.50	58 – 70	58 – 70	26 – 14	160 – 200	Perkakas
	Baja sangat tinggi	0.50 – 0.80	65 – 100	65 – 100	20 – 11	180 – 235	Rel, pegas dan kawat piano

Gambar 8. Klasifikasi Baja Karbon  
(Sumber: Djaprie 1996)

Baja karbon adalah paduan antara besi dan karbon yang memiliki Si, Mn, P, S, dan Cu dalam jumlah yang sedikit. Sifat baja karbon tergantung pada kadar karbon, karena baja tersebut dikelompokkan berdasarkan kadar karbon. Baja karbon rendah adalah baja yang kadar karbonnya kurang 0,30%, baja karbon sedang 0,30 – 0,45% karbon dan baja karbon tinggi 0,45–1,70%. Jika kadar karbon naik, kekuatan dan kekerasan juga akan bertambah tinggi tetapi pada elastisitasnya menurun.



Gambar 9. Diagram Fase Fe – Fe<sub>3</sub>C

(Sumber: Vlack, 1992)

Diagram keseimbangan besi karbon antara keseimbangan besi dan karbon yang senyawa menjadi Fe<sub>3</sub>C. Diagram keseimbangan antara besi karbidaterdapat fase yang berbeda dan tergantung dari temperatur dan kadar karbon yang ada. Hal ini bisa dilihat pada gambar 2.7 dimana dapat dilihat fase ferrit (Fe- $\alpha$ ), austenit (Fe- $\gamma$ ), besi delta (Fe- $\delta$ ), pearlite, ledeburite, dan sementit.

Menurut Van Vlack, (1992) secara diagram Fe-Fe<sub>3</sub>C terbagi dari karbon 0–2,0% dan besi tuang dari kadar karbon 2,0–6,67%. Daerah baja dapat dikelompokkan menjadi baja hipoeutektoid (<0,8% C) dan baja hipereutektoid (0,8–2,01%) dan daerah besi tuang juga. Untuk proses pendinginan dengan kadar karbon 4,3% pada suhu bertemperatur 1148°C akan terjadi transformasi eutektik, yaitu dengan berubahnya fasa metal cair menjadi austenit dan sementit (ledeburit) yang membentuk lamel. Sedangkan, karbon 0,8% yang suhunya 727°C akan terjadi transformasi eutektoid yaitu terjadinya perubahan fase austenit menjadi lamel ferrit dan sementit yang disebut dengan pearlit.

## 2.6 Baja ST 42

Proses perlakuan yang diterapkan sifat atau karakteristik untuk mengubah logam pada permukaan (permukaan pada bagian logam disebut proses perlakuan permukaan (laku permukaan atau *surface treatment*). Proses permukaan dengan dilakukan perlakuan panas pada baja yang bertujuan untuk meningkatkan ketahanan aus dengan melakukan perlakuan pengerasan pada permukaan logam. Untuk melakukan pengerasan pada permukaan logam adalah cara melakukan proses pengerasan pada permukaan baja. Cara melakukan Pengerasan pada permukaan baja yang meliputi:

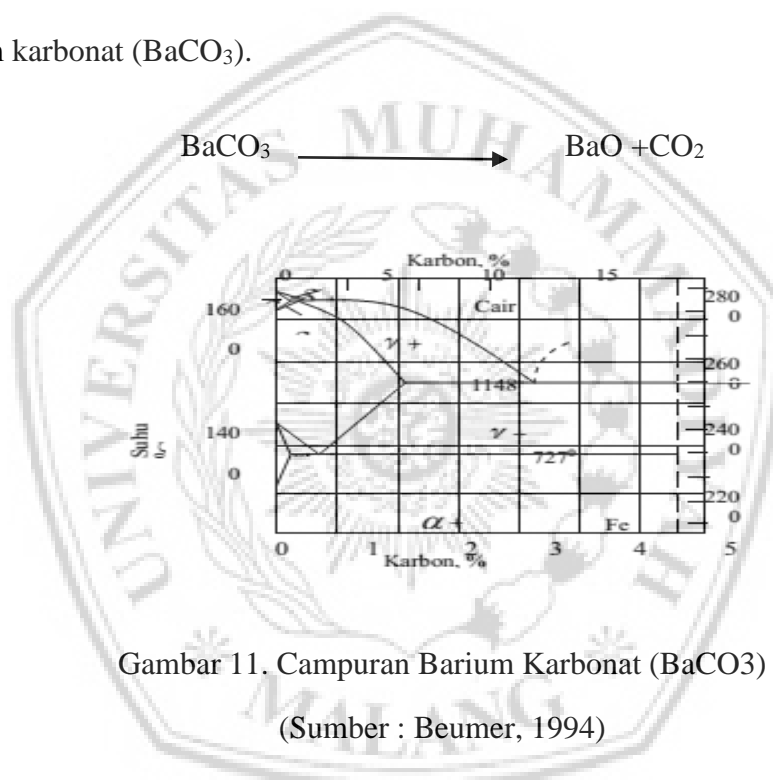
- a. *Induction Hardening*: dengan cara memanaskan pada permukaan baja sampai temperatur austenite yang sesuai dengan kualifikasi baja tersebut, kemudian dapat dilakukan dengan media pendingin sehingga permukaan baja akan menjadi keras.
- b. *Thermo Chemical Treatment*: menambahkan unsur-unsur karbon kedalam baja untuk mengeraskan pada bagian-bagian permukaan baja tersebut.



Karbon (C)

Gambar 10. Bubuk Karbon  
(Sumber : Beumer, 1994)

Proses pemanasan ini pada suhu temperatur akan tambah tinggi yang mengakibatkan kesetimbangan reaksi akan bergeser kesebelah kanan sehingga menghasilkan kadar gas CO pada permukaan baja, kadar gas CO mengurai sebagai berikut:  $2\text{CO}$  menjadi  $\text{CO}_2 + \text{C}$  atom karbon yang menghasilkan reaksi yang akan larutp kedalam fase austenitp dan berdifusi. Semakin tinggi suhup karburasinya maka semakin tebal lapisan karburasi. Cara untuk mempercepatp reaksi kimiap maka diperlukan menambahkan katalisatorp atau activator yaitu barium karbonat ( $\text{BaCO}_3$ ).



Gambar 11. Campuran Barium Karbonat ( $\text{BaCO}_3$ )  
(Sumber : Beumer, 1994)

Gambar pada 11 lapisan karburasi (*depth of carburization*) memiliki banyak pengaruh pada faktor waktu, proses, suhu, konsentrasi karbon medium, dan kadar karbon yang dimiliki baja. Suatu proses pada perlakuan panas, apabila pemanasan telah mencapai temperatur yang ditentukan dan diberi waktu penahanan panas (*Holding time*) secukupnya maka akan dilakukan proses pendinginan (*quenching*) dengan laju tertentu. Pendinginan yang dilakukan adalah langsung (*direct quenching*) dengan cara pendinginan dari medium karburasi. Struktur mikro yang

terjadi setelah pendinginan akan tergantung pada laju pendinginan karena sifat mekanik dari baja setelah akhir suatu proses perlakuan panas akan ditentukan oleh laju pendinginan.





















Proses *uench* kedalam air digunakan untuk mengeraskan baja dengan mampu keras yang rendah seperti baja-baja karbon, baja paduan rendah, logam-logam non ferro dan baja tahan karat. Medium oli digunakan sebagai pendingin yang memiliki karakteristik *quenching* yang homogen sehingga menghasilkan laju pendinginan pada tahap pembentukan lapisan uap yang terkontrol dengan baik. Faktor-faktor yang dapat mengatur penyerapan panas dari benda kerja adalah panas spesifik, konduktivitas termal, panas laten, penguapan dan viskositas oli yang digunakan. Semakin rendah viskositas, semakin cepat laju pendinginannya.

## 2.7 Desain Sambungan Las

Berikut adalah syarat-syarat desain sambungan las dan bentuk sambungan (*welding joint*), serta bentuk dan ukuran alur las dalam konstruksi untuk merancang sambungan las adalah:

- a. Persyaratan umum atau spesifikasi mutu (kekuatan) yang diinginkan;
- b. Bentuk dan ukuran konstruksi las;
- c. Tegangan timbul akibat pengelasan (*residual stress*), maupun tegangan yang diperhitungkan akan timbul akibat pemakaian (pembebanan); dan
- d. Jenis proses las yang boleh dipakai.

Terdapat standar-standar yang mengatur jenis – jenis sambungan, ada sembilan jenis alur sambungan (kampuh) las yang utama seperti pada Gambar dibawah:

Jenis Posisi	Sambungan Tumpang (Lap Joint)	Sambungan T (Tee Joint)	Sambungan Tumpul (Butt Joint)	Sambungan Sudut (Corner joint)	Sambungan Sisi (Edge Joint)
Flat					
Horisontal					
Vertikal					
di Atas Kepala					

Gambar 12. Jenis-Jenis Alur Sambungan Las

(Sumber: Harsono dan Toshie, 2000)

